

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОСПРОИЗВОДСТВА КЕТЫ  
*ONCORHYNCHUS KETA* (WALBAUM) В ЮЖНОМ ПРИМОРЬЕ**

**Н.И. Крупянко, В.И. Скирин**

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр  
(ФГУП "ТИНРО-центр"), тупик Шевченко, 4,  
Владивосток, ГСП 690950 Россия. E-mail: tinro@tinro.ru*

На основе результатов многолетнего мониторинга природных и искусственных популяций проведен анализ эффективности воспроизводства кеты на юге Приморского края.

**EFFICIENCY OF REPRODUCTION CHUM SALMON *ONCORHYNCHUS KETA*  
(WALBAUM) IN SOUTHERN PRIMORYE**

**N.I. Krupjanko, V.I. Skirin**

*Pacific research fisheries centre (TINRO-centre) all. Schevchenko, 4, Vladivostok  
690950 Russia. E-mail: tinro@tinro.ru*

On the basis of the result of long-term monitoring of natural and artificial populations the analysis of the efficiency of chum reproduction in south Primorye territories is resulted.

Приморский край является южной границей обитания кеты в России. Численность ее на юге ареала ниже, чем в других более продуктивных районах, тем не менее, запасы сравнимы с запасами кеты юго-западного Сахалина и в годы высокой численности достигают 1,7 тыс. т.

В начале XX в. прибрежные уловы кеты колебались в пределах 200-700 т, но в последние 20-30 лет среднегодовая добыча не превышает 100 т (30-430 т), что свидетельствует о значительном снижении запасов приморской кеты. Это связано с рядом причин, которые носят в основном антропогенный характер. Происходит постепенное сокращение нерестового фонда рек в результате естественных процессов и хозяйственной деятельности (зарегулирование рек, вырубка лесов, распашка долин под самое русло, загрязнение водоемов). Утратили свое значение некогда богатые кетой реки: Раздольная, Амба, Артемовка, Шкотовка, Партизанская, Зеркальная.

Во второй половине 80-х годов прошлого века на юге Приморского края были введены в действие два рыбопроизводных лососевых завода (Рязановский и Барабашевский), призванные компенсировать урон, который был нанесен местообитаниям лососей, и увеличить их продукцию. Лососевые рыбопроизводные предприятия работают уже 17 лет. К настоящему моменту вернулось 13 поколений рыб, полученных искусственным путем.

Целью работы было определить эффективность воспроизводства кеты на лососевых рыбопроизводных заводах и в природных популяциях.

Материал собирался в течение 1986-2002 гг. в основных лососевых реках Приморского края. Наблюдения за воспроизводством кеты регулярно осуществлялись в реках Рязановка, Пойма, Нарва, Барабашевка, Аввакумовка и периодически в других водоемах.

Для определения условий размножения и выживаемости кеты в период эмбрионального и личиночного развития в течение ряда лет проводилось вскрытие нерестовых бугров в р. Барабашевка. Работы осуществлялись в 1986 и 1987 гг. в ноябре сразу после нереста, чтобы установить количество икры, откладываемое самками. Полученные в эти сезоны данные экстраполировались на последующие годы. Для оценки уровня выживаемости икры и личинок бугры вскрывались в конце февраля и начале марта.

Учеты численности покатников естественного и заводского происхождения осуществляли в приустьевых зонах либо в нескольких километрах от устьев рек методом выборочных отловов, модифицированным для малых рек Приморья (Временная инструкция..., 1989). Проводили серии суточных станций в период ската молоди, которые выполнялись через 2-5 дней. С 1989 г. численность покатников в реках оценивали на основе данных, полученных методом неводных обловов кеты до начала ее катадромной миграции.

Расчеты возврата проводились на основе данных о количестве выпущенной молоди с заводов (официальные акты выпуска) и величине подходов производителей каждой генерации. В оценку численности подходов кеты к каждой реке входили данные промышленного и лицензионного вылова в прибрежье и вблизи устьев рек, а также данные о вылове ее на рыбоводных заграждениях ЛРЗ (забойках). Количество производителей, зашедших на нерест в реки, определяли в пеших маршрутах, при сплаве на надувных лодках и на вертолетах Ка-26, Ми-2. Также учитывался нерегистрируемый и браконьерский вылов.

Для оценки эффективности воспроизводства кеты и определения доли рыб заводского происхождения в смешанных популяциях привлечены материалы по возврату меченых рыб в базовые реки ЛРЗ.

Возраст рыб определяли по чешуе. Обработку биологических материалов проводили согласно общепринятым методикам (Правдин, 1966).

### **Естественное воспроизводство кеты**

Эффективность воспроизводства кеты, впрочем, как и всех тихоокеанских лососей, зависит от плодовитости данного вида, плотности производителей на нерестилищах, количества икры, откладываемой в грунт, и ее выживаемости, а также гидрологических условий в период нереста и развития икры.

Определение эффективности размножения кеты, проведенное в течение нескольких лет в реках южного Приморья, показало, что в большинстве случаев и при благоприятных условиях нереста самками выметывается вся икра. У части особей в теле остается лишь нескольких икринок, обычно число их не превышает 10-20 шт., изредка количество их достигает нескольких десятков, но чаще бывает 1-2 шт. И только у рыб, имеющих травмы, икра выметывается не полностью, однако такие случаи редки.

В теле отнерестившихся самок кеты, по данным А.И. Смирнова (1975), остаются единичные икринки. Их количество редко превышает 1-1,5% от плодовитости. У А.Н. Канидьева (1984) находим, что среднее количество остаточной икры составляет 0,3%. Правда, из текста не ясно, речь идет о кете или горбуше? Вполне вероятно, и это подтверждается нашими данными, что количество остаточной икры в самках "в норме" не превышает 1% (0,02-0,64%) от средней плодовитости (табл. 1). Такие показатели были отмечены нами при относительно низком и оптимальном заполнении нерестилищ в разных реках. Исключение составили сезоны нереста 1989-1990 гг., когда отмечалась высокая доля остаточной икры у самок в р. Барабашевка, что наблюдалось на фоне более чем двукратного переполнения нерестилищ. В эти же годы значительная часть зашедших в реку самок (38 и 18%) не участвовала в нересте и погибла (табл. 1).

Неполный вымет половых продуктов и "отказ" от нереста части самок, как очевидно, и какой-то части самцов кеты явились следствием популяционного стресса при значительном переуплотнении рыб на нерестилищах.

Таблица 1

**Количество остаточной икры в самках кеты после нереста в реках южного Приморья, выраженное в % от средней плодовитости и эффективность нереста**

Год	Река			Эффективность нереста самок кеты					
	Пойма	Нарва	Барабашевка	Нарва			Барабашевка		
				Отнерестилось полностью*	Отнерестилось частично**	Не нерестилось	Отнерестилось полностью*	Отнерестилось частично**	Не нерестилось
1987	-	0,64	0,33	96,5	3,5	0	96	2	2
1988	0,21	0,02	0,33	100	0	0	98	2	0
1989	-	0,02	5,47	100	0	0	36	26	38
1990	-	0,51	2,56	92,3	7,0	0,7	60	22	18
В средн.	<b>0,21</b>	<b>0,30</b>	<b>2,1</b>	<b>97,2</b>	<b>2,6</b>	<b>0,18</b>	<b>72,5</b>	<b>13,0</b>	<b>14,5</b>

\* Кол-во остаточной икры от 0 до 100 шт.

\*\* Кол-во остаточной икры более 100 шт. (от 100 до 850 шт.).

У тихоокеанских лососей перед нерестом значительно возрастает уровень глюкокортикоидов в крови. Высокое их содержание и повышенная секреция гормонов, ускоряющая процессы катаболизма и патологические изменения в гормонозависимых органах, являются одними из основных факторов, приводящих к необратимым изменениям органов и тканей и последующей гибели проходных моноциклических рыб после нереста (Ардашев, 1979, 1988; Подлесных, Ардашев, 1990; Ардашев и др., 1975; Ардашев, Гавренков, 2002).

Эксперименты по влиянию высокой плотности посадки производителей кижуча и нерки перед нерестом на их гормональный гомеостаз и выживаемость потомства от этих рыб в течение эмбриогенеза показали, что увеличение плотности кижуча от 0,5 до 4 экз./м<sup>2</sup> (с градацией, равной двукратному увеличению) приводит почти к двукратному повышению уровня в крови оксикортикостероидов. Элиминация потомства от этих рыб в период развития от икры до личинок изменялась от 5 почти до 25% при крайних значениях плотности посадки (Ардашев, Гавренков, 2002; Подлесных, Ардашев, 1990). Аналогичное возрастание уровня гормонов стресса в крови наблюдается и у кеты. В опытах в переплотненных посадках у самок происходит произвольный выброс икры и повышается смертность эмбрионов в период развития (Ардашев, Киселева, 2000).

Созревание гонад обеспечивается половыми гормонами и ускоряется ими при гиперкортицизме. Такое ускоренное созревание влияет на нерестовое поведение самок лососей, что приводит к произвольному выбросу половых продуктов и даже гибели рыб перед нерестом (Семенченко, 1988). Вполне возможно, что внутривидовые факторы, связанные с плотностью производителей на нерестилищах, в какой-то степени оказывают влияние на циклические колебания численности популяций лососей.

Для определения выживаемости кеты в период эмбрионального и личиночного развития в течение ряда лет проводилось вскрытие нерестовых бугров в некоторых реках южного Приморья. Сезоны 1986, 1989 и 1990 гг. характеризовались высокими подходами кеты к рекам. Количество зашедших на нерест производителей в р. Барабашевка в 2 и более раз превышало оптимальный уровень заполнения нерестилищ. Во время нереста наблюдалось перекапывание уже готовых бугров. В 1987, 1988 и 1991 гг. подходы были намного ниже, что обеспечило соответственно низкое и близкое к оптимальному заполнение нерестилищ (табл. 2).

Численность производителей на нерестилищах связана с численностью покатной молоди параболической зависимостью (рис. 1). Увеличение количества нерестующих рыб влечет за собой повышение выхода молоди до определенного предела. При чрезмерной плотности рыб, превышающей оптимальный уровень заполнения в 2 и более раз,

Таблица 2

## Эффективность нереста кеты в р. Барабашевка при разном уровне заполнения нерестилищ

Год	Кол-во производителей, учтенное на нерестилищах, тыс. шт.	Уровень заполнения нерестилищ*	Кол-во скатившейся молоди, тыс. шт.	Возврат, %
1986	55-60	Превышение оптимального в 2 раза	6700	2,60
1987	10-12	Ниже оптимального в 2,5-3 раза	2350	1,8
1988	23-26	Близкий к оптимальному	4050	1,35
1989	140-150	Превышение оптимального в 4,5 раза	6100	0,70
1990	65-70	Превышение оптимального в 2,5 раза	7000	0,31
1991	16-18	Ниже оптимального в 2 раза	3000	0,27

\*Оптимальный уровень заполнения нерестилищ р. Барабашевка – 30 тыс. шт., из расчета 50 рыб на 100 м<sup>2</sup>

численность молоди снижается. Переуплотнение производителей начинает влиять на эффективность нереста рыб и выживаемость икры, вследствие неоднократной перекопки

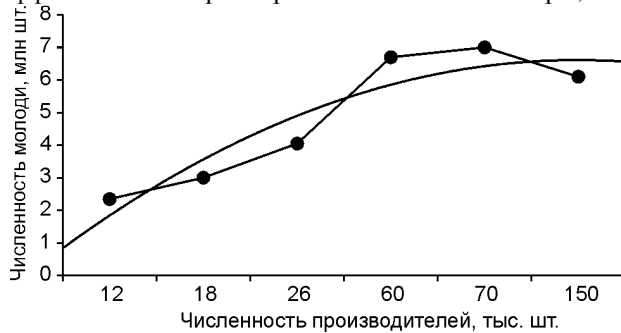


Рис. 1. Зависимость между численностью производителей кеты на нерестилищах и численностью покатной молоди в р. Барабашевка

уже готовых нерестовых бугров и больших потерь икры.

Б.Б. Вронский (1980) оценивает среднюю гибель икры при естественном воспроизводстве кеты в 65% (потери при нересте 50%, смертность в буграх не менее 15%). М.Дж. Бредфорд (Bradford, 1995) определяет выживаемость кеты от стадии икры до малька в 7%, от которых до взрослых особей выживет примерно 0,7%. По данным О.Ф. Гриценко с соавторами

(1987), у сахалинской кеты только 23,3 % икры от средней абсолютной плодовитости попадает в грунт, а выживаемость составляет 10,9%.

Вскрытие нерестовых бугров сразу после нереста в р. Барабашевка позволило установить, что количество икры, откладываемое самками, колеблется в широких пределах, от 350 до 1950 шт., и в среднем составляет 703 шт. (табл. 3). Кета выметывает половые продукты одной или тремя порциями, поэтому икра в буграх располагается обычно слоями или так называемыми гнездами, количество которых соответствует количеству выметанных порций (1-3). Однако чаще встречаются 2 гнезда. При высокой плотности производителей и перекопке бугров икра в грунте обычно располагается диффузно.

В среднем за инкубационный период в одном бугре выживает 453 личинки, что составляет 16,2% (9,2-25,5%) от средней плодовитости. Основные потери происходят в момент нереста, когда икра сносится течением и частично поедается хищниками. В результате в буграх остается лишь 25,0% от средней плодовитости. Смертность икры и личинок за период развития в грунте изменяется от 15 до 54% и в среднем составляет 37% от отложенной в бугор (табл. 3).

Потери икры во время нереста южноприморской кеты соизмеримы с таковыми сахалинской (Гриценко и др., 1987), однако выживаемость до выхода личинок из грунта выше, что, по нашему мнению, обеспечивается благоприятными условиями и более короткими сроками развития. Период эмбриогенеза в южноприморских реках на 1-1,5 мес короче и проходит при относительно высокой температуре (4-7°C) грунтовых вод.

Таблица 3

## Показатели эффективности нереста и эмбрионального развития кеты в р. Барабашевка

Год нереста	Плодовитость, шт.	Среднее кол-во откладываемой икры от плодовитости		Средняя выживаемость за развитие от отложенной икры		Выживаемость от средней абсолютной плодовитости, %	Кол-во взрослых рыб, вернувшихся от 1 самки, шт.
		%	шт.	%	шт.		
1986	2786	25 (12,5-62,0)	697	56	390	14,0	9,8
1987	2754	30 (15,0-71,0)	826	85	702	25,5	12,2
1988	2640	27	713	78	556	21,0	7,3
1989	2991	20	598	46	275	9,2	1,9
1990	2955	23	680	50	340	11,5	1,0
Среднее	<b>2825</b>	<b>25,0</b>	<b>703</b>	<b>63</b>	<b>453</b>	<b>16,2</b>	<b>6,44</b>

Примечание. В скобках – пределы колебаний.

Выход мальков из грунта продолжается с конца февраля до середины апреля, хотя основная масса кеты покидает бугры в марте. В зависимости от величины подходов производителей, сроков нереста и условий эмбрионально-личиночного развития начало выхода может быть сдвинуто, а сам период, когда они покидают бугры, более продолжительным.

Основная часть молоди нагуливается в реке один месяц (от 0,5 до 2 мес). В это время основным фактором, оказывающим влияние на ее численность, является гибель от хищников. Исследование величины элиминации мальков кеты в пресноводный период, проведенное в р. Барабашевка весной 1991 г., показало, что главным потребителем кеты является молодь симы, второстепенными – молодь кунджи (из-за ее малочисленности), голяян Лаговского и бычок подкаменщик. Определенный урон наносят и рыбоядные птицы: чайки, крачки, зимородки. Однако гибель природной кеты под влиянием хищничества относительно невысока и по нашим оценкам составляет менее 3% от скатившейся молоди (Крупянко, Скирин, 1993, 1998). Гибель кеты в пресноводный период жизни, зависящая от хищников, величина непостоянная, она меняется в разные годы в зависимости от ситуации, складывающейся в водоеме.

Элиминация кеты на ранних этапах онтогенеза значительно различается. В пресноводный период основная гибель приходится на периоды нереста и развития икры в грунте – 75,0% и 9% соответственно от индивидуальной абсолютной плодовитости. С момента выхода молоди из грунта до ската в море отход составляет менее 0,5% от плодовитости. Формирование же окончательной численности каждого конкретного поколения происходит уже в море. Поэтому эффективность воспроизводства кеты складывается из двух основных составляющих: из выживаемости ее в пресноводный период (от нереста до ската молоди) и выживаемости в морской период жизни. Определить вторую составляющую очень трудно, поэтому конечным показателем эффективности воспроизводства кеты, хотя и не очень точным, является возврат производителей.

Более полно динамика подходов и возвратов южноприморской кеты прослежена нами в популяции р. Аввакумовка. Как видно (рис. 2), численность приходящих на нерест производителей за

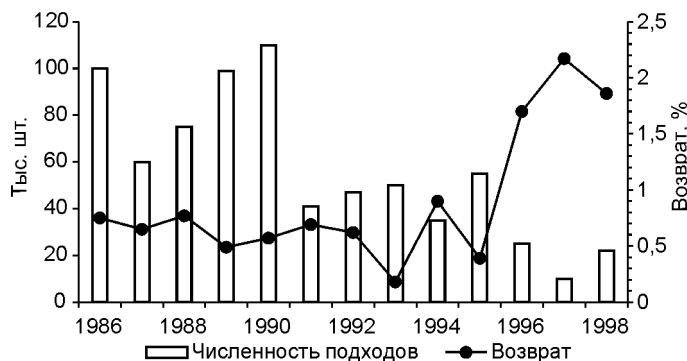


Рис. 2. Численность подходов и возврат кеты в р. Аввакумовка

13-летний период изменялась десятикратно (от 10 до 110 тыс. экз.). Максимум пришелся на конец 80-х годов. Возврат от этих поколений в среднем за пять лет составил 0,65% (0,49-0,77%). В последующее пятилетие численность подходов уменьшилась почти в два раза, однако возврат в среднем снизился незначительно – 0,56% (0,18-0,90%). Поколения последних 3 лет при относительно низкой численности подходов обеспечили самые высокие возвраты за период наблюдений – 1,91% (1,7-2,17%). В среднем возврат природной кеты в р. Аввакумовка за весь период исследований составил 0,90%, в р. Барабашевка за шестилетний период – 1,17%. Как видно из приведенных выше данных, эффективность воспроизводства природных популяций кеты в реках южного Приморья относительно высокая.

#### Заводское воспроизводство кеты

Искусственное воспроизводство кеты в Приморье имеет относительно непродолжительную историю и начало развиваться в соответствии с реализацией программы восстановления и увеличения запасов лососей в Дальневосточном регионе. Во второй половине 80-х годов прошлого столетия на юге Приморского края были введены в эксплуатацию два рыбозаводных лососевых завода: Рязановский экспериментально-производственный (ЭПРЗ), на котором первая закладка икры была проведена в 1986 г., и Барабашевский ЛРЗ, начавший работать годом позже.

Рязановский ЭПРЗ, построенный по японскому проекту, рассчитан на закладку 30 млн икры кеты и выпуск 25 млн подрощенной до 1 г молоди. На ЭПРЗ используется принудительное водоснабжение и применяется интенсивная биотехника воспроизводства кеты, основанная на подогреве воды в зимний период и подращивании молоди до 1 г. Планируемый возврат при такой технологии составляет 2%. Завод имеет относительно современное японское рыбозаводное оборудование, закрытые и уличные бассейны для отдельного содержания молоди, а также экспериментальный блок с лабораториями и аквариальными.

Барабашевский ЛРЗ построен по российскому проекту. Его мощность по закладке икры кеты составляет 50 млн, при существующих бионормативах это позволяет выпускать 42-45 млн шт. молоди. На заводе применяется экстенсивная технология разведения кеты. Он оборудован бетонными аппаратами дальневосточного типа (в виде лотков) для инкубации икры и выдерживания личинок до поднятия "на плав". После непродолжительного приучения к искусственному корму мальков выпускают в "пруд" (расширенная часть кл. Известковый) полезной площадью около 3,7 тыс. м<sup>2</sup>, где проводят частичное подращивание перед выпуском.

В результате деятельности рыбозаводных заводов в базовых реках сформировались гибридные популяции кеты от скрещивания генетически разнородных по происхождению рыб.

В настоящее время в водоемах западного побережья зал. Петра Великого можно выделить несколько типов популяций. **Природные** – это, как правило, малочисленные популяции, не затронутые искусственным разведением. **Индустриальные** – к ним можно отнести популяцию р. Рязановка (до начала искусственного воспроизводства кета здесь была крайне малочисленной). **Смешанные** – популяция р. Барабашевка (некогда природная популяция замещена заводской, естественное воспроизводство находится на низком уровне). К смешанным относятся популяции кеты рек Нарва и Пойма. В них сохранилось естественное воспроизводство, но они также являются донорами ЛРЗ, и в них периодически выпускается заводская молодь, а также происходит пополнение за счет стрейнга рыб искусственного происхождения.

Материалы, полученные в результате мониторинга заводских и смешанных популяций, легли в основу оценки эффективности искусственного воспроизводства кеты на юге Приморья.

#### Рязановский ЭПРЗ

Успешное начало деятельности завода в значительной степени зависело от численности природных популяций кеты рек Хасанского района, так как в базовой реке этот

вид был крайне малочисленным. Основой для создания заводской (индустриальной) популяции кеты р. Рязановка стали производители из рек Нарва, Барабашевка и Пойма. В дальнейшем икру получали преимущественно с базовой реки. В 1998 и 1999 гг. из-за крайне низких подходов кеты икру завозили с ЛРЗ юго-западного Сахалина.

Первая закладка икры здесь была проведена в 1986 г. Этапы инкубации, эмбрионально-личиночного развития и подращивания проводили при естественном ходе температуры воды 10,5-1,4°C (подогрев воды не проводили). Кормление осуществляли минтаевой икрой и рыбным фаршем. В результате в начале июня удалось получить молодь (0,48 г), соответствующую размерам покотников естественного происхождения. Выпуск ее был проведен на 1,5 мес позже естественного ската при неблагоприятной экологической обстановке в прибрежье (высокая температура воды, снижение продукции кормового зоопланктона), причем в аварийном порядке, что привело к высокой смертности молоди на заводе и впоследствии в реке и прибрежье. В результате возврат от первого выпуска был крайне низким – 0,11% (табл. 4, рис. 3).

Таблица 4

Численность выпущенной молоди кеты и возврат в р. Рязановка (Рязановский ЭПЗ)

Год	Генерация				
	Выпущено, тыс. шт.	Средняя масса, г	Сроки выпуска	Вернулось, шт.	Возврат, %
1986	5156	0,48	4-8.06	5667	0,11
1987	4003	0,94	19.04-6.05	21241	0,53
1988	6861	0,93	17.04-4.05	53226	0,78
1989	9895	1,01	16.04-18.05	43706	0,44
1990	4728	0,90	8-16.04	15814	0,33
1991	6670	0,52	10-27.04	9006	0,14
1992	12013	0,46	22.04-17.05	3780	0,03
1993	9873	0,44	19.04-11.05	4602	0,05
1994	4680	0,72	-	3746	0,08
1995	0	-	-	-	-
1996	3988	0,84	20.04-2.05	7204	0,18
1997	1210	0,91	13-17.04	14245	1,18
1998	5322	1,08	16.04-5.05	-	0,36*
1999	6481	1,06	17.04-3.05	-	-
2000	7300	1,09	-	-	-
2001	3908	1,10	-	-	-
				В среднем	0,35

\*Полный возврат не завершен.

Последующие четыре года деятельности Рязановского ЭПЗ можно охарактеризовать как положительные в плане постепенного наращивания количества выпускаемой

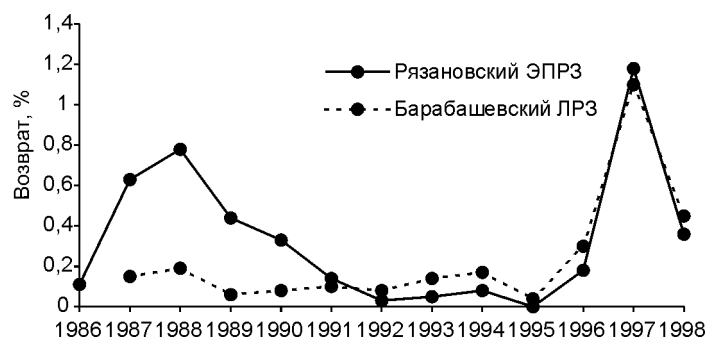


Рис. 3. Возврат кеты в базовые реки лососевых рыбопроизводных заводов

молоди массой 0,9-1,01 г и в сроки, близкие к скату природной кеты. От генераций 1987-1990 гг. были получены относительно высокие возвраты (0,33-0,78%). Поколения этих лет обеспечили увеличение закладки икры на заводе и коммерческий вылов кеты. В то же время не был получен ожидаемый возврат даже в 1%, не говоря уже о 2%, который планировался. Это указывает на то, что существуют определенные проблемы в реализации потенциальных возможностей заводского воспроизводства.

Дальнейшие годы характеризуются низким возвратом кеты (0,03-0,14%) по сравнению с предыдущим периодом, несмотря на то что количество выпущенной молоди возросло в 1,3 раза. Низкая численность поколений 1991-1994 гг. связана, в первую очередь, со снижением размеров выпускаемой молоди (табл. 4).

Рязановский ЭПРЗ построен на небольшой реке, производственные возможности которой ограничены. Поэтому выпуск в нее нескольких миллионов молоди кеты, большинство которой физиологически не было готовой к жизни в море, да еще в относительно короткие сроки, мог явиться причиной ее повышенной гибели как в реке, так и в прибрежье.

Переход из пресной в морскую воду сопровождается у молоди лососей стрессом, вызванным сменой экологических условий обитания и физиологическими перестройками организма. Поэтому для мальков важна возможность постепенной адаптации к соленой воде. Это, как правило, обеспечивается наличием в приустьевых участках рек эстуарных зон. Река Рязановка такой зоны не имеет. При невысоком уровне расхода воды весной распресненный участок моря перед устьем очень незначительный. Поэтому кета фактически прямо переходит в полносоленую воду.

Ранние этапы онтогенеза лососей с коротким пресноводным периодом жизни (горбуша, кета) характеризуются высоким уровнем смертности. Особенно значительна гибель молоди в первые недели после ее выхода в море. Этот период часто называют критическим. Гибель мальков в прибрежье может превышать 90% от количества кеты, мигрирующей из рек.

Численность заходящей на нерест кеты в период 1996-1999 гг. в реки Хасанского района, и в частности в р. Рязановка, была очень низкой, поэтому в 1998 и 1999 гг. для стабилизации работы заводов завозилась икра с ЛРЗ юго-западного Сахалина. Возврат этих поколений еще полностью не завершился. Начиная с 1999 г., подходы кеты к базовой реке постепенно возрастали при минимальных выпусках молоди.

Как видно из выше изложенного, работа Рязановского завода по созданию устойчивой индустриальной популяции не отличалась стабильностью как по количеству закладываемой икры, так и по выращиванию жизнестойкой молоди. Возвраты кеты варьировали довольно в широких пределах – от 0,03 до 1,18%, а подходы – от 2,0 до 42,0 тыс. шт. Возврат кеты от 13 генераций составил в среднем 0,35%, среднемноголетние подходы – 14,6 тыс. экз., или 48 т.

### **Барабашевский ЛРЗ**

В реке Барабашевка до начала искусственного воспроизводства размножалась самая многочисленная популяция кеты в южном Приморье, на основе которой формировалась заводская. Высокая численность подходов природной кеты в первые годы работы ЛРЗ обеспечила наращивание выпуска молоди на заводе с 3,6 до 18,4 млн шт. Однако возврат от первых 5 генераций оказался довольно низким – 0,12% (0,06-0,19%) по сравнению с возвратом кеты естественного происхождения. Основными причинами, на наш взгляд, явились низкие стартовые размеры молоди и поздние выпуски, проведенные в конце мая–начале июня (табл. 5, рис. 3).

Основным недостатком в технологии разведения кеты на Барабашевском ЛРЗ является низкая температура подающейся воды с января по апрель. В зимнюю межень она понижается до 2,0-2,5°C. Это приводит к задержке в развитии кеты. В маловодные годы и при больших закладках икры ощущается недостаток воды.



Таблица 5

**Численность скатившейся природной и выпущенной заводской молоди и возврат  
в р. Барабашевка (Барабашевский ЛРЗ)**

Год	Генерация								
	Природная			Заводская			Вернул- лось, шт.	Возврат, %	
	Скатилося, тыс. шт.	Средняя масса, г	Сроки ската 90%	Выпущено, тыс. шт.	Средняя масса, г	Сроки вы- пуска		Природ- ная	Заво- дская
1986	6700	0,55	10-25.04	0	-	-	173980	2,6	-
1987	2350	0,48	8-29.04	3653	0,44	25.05-10.06	45488	1,8	0,15
1988	4050	0,65	-	4654	0,43	31.05-16.06	62242	1,35	0,19
1989	6100	0,54	-	15097	0,42	20.04-30.05	46105	0,7	0,06
1990	7000	0,60	7-27.04	18422	0,45	22.04-29.05	26985	0,31	0,08
1991	3000	0,51	2-20.04	2840	0,50	6-31.05	11579	0,27	0,1
1992	565	0,54	-	9200	0,60	-	8266	-	0,08
1993	350	0,55	-	6442	0,60	15.04-16.05	8761	-	0,14
1994	300	-	-	5829	0,65	27.04-20.05	10124	-	0,17
1995	460	-	-	16467	0,63	-	7410	-	0,04
1996	240	-	-	7240	0,60	30.04-10.05	22077	-	0,3
1997	150	0,62	-	2150	1,06	23.04-5.05	25213	-	1,1
1998	170	0,60	-	6929	0,95	11.04-14.05	-	-	0,45*
1999	110	-	-	6470	0,61	21.04-3.05	-	-	-
2000	250	-	-	7519	0,58	5-20.05	-	-	-
2001	650	-	-	5526	0,76	25.04-17.05	-	-	-
							В среднем	1,17	0,23

\* Полный возврат не завершён

В последующие четыре года возврат кеты оставался стабильно низким (0,04-0,17%), однако в дальнейшем произошло значительное увеличение возврата, который достиг максимального значения (1997 г.) за период работы ЛРЗ.

Как видно (табл. 5, рис. 2), возвраты кеты на Барабашевском ЛРЗ варьировали в пределах от 0,04 до 1,1%, а подходы – от 6,0 до 62,0 тыс. шт. Средний возврат от 12 генераций составил в среднем 0,23%, среднемноголетние подходы – 26,4 тыс. экз., или 60 т. Невысокая эффективность воспроизводства кеты на Барабашевском ЛРЗ связана, в первую очередь, с несовершенством применяемой здесь биотехники разведения.

Особенностью Барабашевского ЛРЗ является то, что он построен на водоеме, где существовало естественное воспроизводство кеты, способное давать при оптимальном заполнении нерестилищ 4-6 млн покатной молоди. Поэтому деятельность завода должна была быть направлена таким образом, чтобы не подорвать естественное размножение, и оба способа воспроизводства должны действовать как единый механизм, направленный на увеличение численности популяции кеты.

Крайне низкое заполнение нерестилищ р. Барабашевка наблюдается с 1992 г., что связано не только со снижением подходов кеты, но и с высоким уровнем изъятия производителей для искусственного разведения и коммерческих целей, а также с браконьерским выловом. Отрицательную роль в период хода кеты играет забойка Барабашевского ЛРЗ, функционирующая с конца сентября по середину ноября и являющаяся препятствием для прохода рыб. Если в первые годы деятельности завода рыба пропусклась на нерестилища, то при снижении численности подходов и дефиците производителей для закладки икры на завод кету не пропускают, и она может пройти вверх только в период паводка при подтоплении заграждения или после снятия забойки.

При расчете возврата кеты мы не учитывали стрейнг рыб заводского происхождения в соседние водоемы, и в первую очередь в реки Нарва и Пойма, которые находятся в

непосредственной близости от базовых рек ЛРЗ. Находки в них меченых особей подтверждают факт того, что некоторая часть рыб ошибается, несмотря на относительно "жесткий" хоминг, свойственный кете, и заходит на нерест в соседние реки. Подтверждением служит и высокий уровень возврата кеты в смешанных популяциях рек Нарва и Пойма, превышающий естественный в два раза (в среднем 2,07 и 1,77% соответственно). Однако установить долю заводских рыб на основании находок меченых особей не представляется возможным. Надо только отметить, что кета Рязановского ЭПРЗ в большей степени пополняет соседнюю р. Пойма, а барабашевская – р. Нарва. На основании приведенных фактов можно сделать вывод, что возврат заводской кеты реально был выше. По нашей оценке, с учетом стрейнга возврат рязановской кеты близок к 0,4%, барабашевской – 0,3%. Средний возврат заводских и смешанных популяций рек западного побережья зал. Петра Великого с момента начала искусственного разведения составил 0,42%.

Целью пастбищного выращивания лососей является получение жизнестойкой молоди, способной адаптироваться к резко изменяющимся условиям среды после выпуска с завода. В лососеводстве одним из критериев жизнестойкости, хотя и не основным, считается размер (масса) молоди, поэтому на рыбоводных предприятиях проводят подращивание мальков.

Достоверной связи между размерами выпускаемой молоди и уровнем возврата на Барабашевском ЛРЗ не обнаружено, однако такая зависимость существует на Рязановском ЭПРЗ, где кету подращивают до 1 г и более. Эта зависимость описывается уравнением линейной регрессии и имеет коэффициент корреляции 0,6 (уровень достоверности 95%). Как видно, увеличение средней массы выпускаемой молоди приводит к повышению возврата. Причем этот эффект проявляется не сразу. Частичное подращивание до 0,4–0,7 г слабо влияет на повышение возврата. Это и понятно, так как при такой средней массе лишь незначительная часть молоди достигает "критических" размеров, которые позволяют ей успешно адаптироваться к изменяющимся условиям среды после выпуска с завода. Эффект повышения возврата наступает, когда молодь достигает 0,9 г и больше (рис. 4).

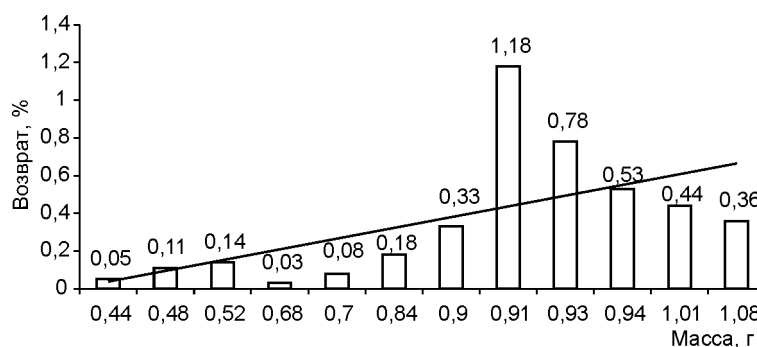


Рис. 4. Зависимость между массой выпускаемой молоди и возвратом кеты на Рязановском ЭПРЗ

Подращивать кету необходимо до определенных размеров и, самое главное, до определенного времени. Оптимальное сочетание размеров и сроков выпуска молоди позволяет повысить возврат.

Если рассматривать эффективность воспроизводства кеты за весь период исследований, то можно заметить общие закономерности в изменении возврата природных и заводских популяций, что свидетельствует о влиянии сходных природных факторов на динамику численности.

Начало деятельности рыбопроизводных заводов совпало с естественным подъемом численности природных популяций кеты в Приморье, который наблюдался во второй половине 80-х годов. Относительно высокий уровень возврата в этот период, вероятно, был обусловлен высокой продуктивностью прибрежных и открытых вод морей. Гло-

бальные изменения климата, происходящие под воздействием солнечной активности и других факторов, влияют на циркуляцию вод мирового океана. Такие процессы в природе повторяются с определенной периодичностью, поэтому за подъемом обычно следует спад. Можно предположить, что с начала 90-х годов экологическая обстановка как в прибрежье, так и в открытых водах морей постепенно изменялась и вышла на другой, более низкий, продукционный уровень. Вероятно, в эти годы количество выпускаемой заводами молоди превышало уровень "экологической емкости" среды. В таких случаях начинают функционировать механизмы регулирования численности. Подтверждением этого должны служить синхронные изменения продукции лососей в популяциях ближних рек и регионе в целом.

Рассматривая динамику подходов заводской и природной кеты, можно отметить, что в этот период возврат снижался. Причем наиболее значительно в заводских популяциях как на юге Приморья, так и на западном Сахалине (рис. 2, 3). Аналогичным образом с начала 90-х годов происходило снижение численности приморской горбуши. При этом на фоне низкой численности в середине 90-х годов у нее произошла реверсия доминантных поколений. Косвенным подтверждением ухудшения условий нагула в море являются изменения размерной и возрастной структуры приморской кеты, и в первую очередь снижение доли младших возрастных классов и увеличение среднего возраста рыб в подходах.

Сравнивая уровень возврата заводских и природных популяций, мы обнаружим, что возврат кеты рек Аввакумовка и Барабашевка хотя и снижался, но оставался на относительно высоком уровне по сравнению с заводской. Это можно объяснить невысокой численностью подходов производителей в 1992-1995 гг. и соответственно малой численностью покатников кеты в эти годы (рис. 2, 3).

Начиная с 1996 г. произошло синхронное повышение возврата как в природных, так и в заводских популяциях. Можно предположить, что экологические условия в этот период постепенно менялись, и система вышла на более высокий продукционный уровень.

### Выводы

Эффективность воспроизводства природных популяций кеты в южном Приморье относительно высокая. Средний возврат в р. Аввакумовка за период исследований составил 0,9%, в р. Барабашевка (от шести генераций) – 1,17%. Учитывая вероятную ошибку в оценке численности покатной молоди и подходов производителей, можно предположить, что возврат находится на уровне 0,9-1,2% и изменяется в зависимости от условий воспроизводства в пределах 0,2-3,0%.

По нашей оценке, с учетом стрейнга возврат рязановской кеты близок к 0,4%, барабашевской – 0,3%. Средний возврат заводских и смешанных популяций рек западного побережья зал. Петра Великого с момента начала искусственного разведения составил 0,42%.

Сравнительный анализ величины возврата показал, что эффективность воспроизводства кеты на лососевых рыбоводных заводах в 2-3 раза ниже, чем в природных популяциях.

Рыборазводные заводы работали и во многих случаях продолжают работать так, как будто они независимы от экосистем, в которые выпускают выращенную рыбу. Исключительная концентрация внимания рыбоводов на количестве выпускаемой молоди и направленность исследований на "внутризаводские" проблемы имели негативные последствия. Обычно игнорируются такие факторы, как емкость нерестилищ и местообитаний в реках и эстуариях, естественные колебания климата и продуктивности, взаимоотношения с дикими стадами того же вида и другими видами и воздействие одомашнивания на способность рыб выжить в природе.

## Литература

- Ардашев А.А. Внутрипопуляционная регуляция циклических колебаний численности рыб // Экологическая физиология и биохимия рыб. Астрахань, 1979. Ч. 2. С. 198-199.
- Ардашев А.А. Внутрипопуляционные факторы регуляции циклических колебаний численности популяций лососей // III Всесоюз. совещ. по лососевым рыбам: Тез. докл. Тольятти, 1988. С. 18-19.
- Ардашев А.А., Гавренков Ю.И. Влияние плотности посадки кижуча (*Oncorhynchus kisutch* (Walbaum)) на содержание гормонов стресса и выживаемость потомства // Экология. 2002. № 2. С. 142-143.
- Ардашев А.А., Киселева М.И. Гормонально-метаболические перестройки у кеты *Oncorhynchus keta* при высокой плотности посадки и введении кортизола // Эволюционная биохимия и физиология. 2000. Т. 36, № 5. С. 406-409.
- Ардашев А.А., Кортаев Г.И., Исакова П.И., Глущенко А.Н. Содержание 11-оксикортикостероидов в плазме крови нерестующей кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Журн. эвол. биохим. и физиол. 1975. Т. 11. С. 308-309.
- Временная инструкция по выполнению учетных работ и наблюдений за скатом кеты и горбуши на реках южного Приморья. Владивосток: ТИНРО, 1989. 14 с.
- Вронский Б.Б. О повышении эффективности искусственного разведения дальневосточных лососей // Лососевидные рыбы. Л.: Наука, 1980. С. 175-183.
- Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. М.: Агропромиздат, 1987. 168 с.
- Канидьев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. 216 с.
- Крупянок Н.И., Скирин В.И. Роль хищников в элиминации покатной молодежи кеты // Рыбное хозяйство. 1993. № 5. С. 47-48.
- Крупянок Н.И., Скирин В.И. Выедание хищными рыбами молодежи кеты и горбуши в реках южного Приморья // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 381-390.
- Подлесных А.В., Ардашев А.А. Влияние плотности посадки и введения кортизола на метаболические перестройки у кеты // Экология. 1990. № 6. С. 73-75.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
- Семенченко Н.Н. Механизм саморегуляции численности популяции нерки *Oncorhynchus nerka* // Вопр. ихтиол. 1988. Т. 28, вып. 1. С. 44-51.
- Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: МГУ, 1975. 334 с.
- Bradford M. J. Comparative review of Pacific salmon survival rates // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 1995. V. 52, N 6. P. 1327-1338.